

Review van ecologische probleembeschrijvingen voor het Eems estuarium

M.J. Baptist, J.E. Tamis

Rapport C076/15



IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever:

Mr. M. Datema
Ministerie van EZ
Directie Regio en Ruimtelijke Economie
Bezuidenhoutseweg 73
2594 AC Den Haag

BO-11-018.02-043

Publicatiedatum:

3 juli 2015

IMARES is:

- Missie Wageningen UR: *To explore the potential of marine nature to improve the quality of life.*
- IMARES is hét Nederlandse instituut voor toegepast marien ecologisch onderzoek met als doel kennis vergaren van en advies geven over duurzaam beheer en gebruik van zee- en kustgebieden.
- IMARES is onafhankelijk en wetenschappelijk toonaangevend.

P.O. Box 68 1970 AB IJmuiden Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 26 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 77 4400 AB Yerseke Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 59 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 57 1780 AB Den Helder Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)223 63 06 87 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 167 1790 AD Den Burg Texel Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 62 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl
--	--	---	--

© 2014 IMARES Wageningen UR

IMARES, onderdeel van Stichting DLO.
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1-V14.2

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	3
1. Inleiding.....	4
2. Selectie van bronnen en gebiedsindeling	6
2.1 Selectie van bronnen.....	6
2.2 Gebiedsindeling	7
3. De geïdentificeerde problemen in MIRT perspectief	8
3.1 Waterkwaliteit	8
3.1.1 Instream van nutriënten en giftige stoffen is boven het streefniveau	8
3.1.2 Ongunstige omstandigheden voor uitgroei van vislarven.....	9
3.1.3 Zuurstoftekort.....	9
3.1.4 Beïnvloeding van waterkwaliteit	10
3.2 Primaire productie.....	10
3.2.1 Beperkte primaire productie	10
3.3 Habitats	12
3.3.1 Beperkte kwantiteit en/of kwaliteit van estuariene habitats.....	12
3.3.2 Sterke achteruitgang van beschermde natuurwaarden van de Unterems	13
3.3.3 Gebrek aan geschikte paaiplaatsen voor vissoorten.....	13
3.3.4 Afname omvang en kwaliteit kwelders	14
3.3.5 Afname omvang en kwaliteit (kwetsbaarheid) zeegrasvelden	14
3.4 Benthos.....	15
3.4.1 Veranderingen in macrobenthos.....	15
3.4.2 Verslechtering benthische gemeenschap	16
3.4.3 Verdwijnen mosselbanken en macrofauna	16
3.4.4 Mogelijke verdwijnen van de Wadpier uit de Dollard.....	17
3.5 Vissen.....	17
3.5.1 (Mogelijk) negatieve effecten op vis	17
3.5.2 Afname aantal soorten en/of populatieomvang van vis	18
3.5.3 Beperkte mogelijkheden voor visintrek	19
3.6 Vogels.....	19
3.6.1 Diffuse effecten die zich opeenstapelen	19
3.7 Zoogdieren	20
3.7.1 Verstoringseffecten die zich kunnen opeenstapelen.....	20
3.8 Ecosysteem	21
3.8.1 Effecten op functioneren van hele ecosysteem	21
4. Samenvatting en conclusies	22
4.1 Algemeen	22
4.2 Getijdenrivier	22
4.3 Monding, middendeel en Dollard	22
5. Kwaliteitsborging	25
6. Referenties	26
Verantwoording	31

1. Inleiding

Het Eems estuarium heeft al geruime tijd te kampen met ecologische problemen van diverse aard. Tussen 1972 en 1985 vond er een uitgebreid onderzoek plaats naar de effecten van afvalwaterlozingen vanuit de Groningse 'Veenkoloniën' (strokarton- en aardappelmeelindustrie) (BOEDE 1985). Verder werd al begin jaren tachtig aandacht gevraagd over de samenhang tussen baggerwerken in het estuarium en de troebelheid van het systeem (De Jonge 1983). In 1992 vond er een briefwisseling plaats tussen J.E.E. Van Beusekom, V.N. de Jonge en N.M.J.A. Dankers in verband met een adviesstudie over absurd hoge gemeten concentraties zwevend materiaal op de rivier de Eems tussen Emden en Herbrum. In 2000 werd er opnieuw aandacht besteed aan de effecten van baggeractiviteiten in het Eems estuarium (De Jonge 2000). Mede door acties van natuurorganisaties vanaf 1999 is het onderwerp op de agenda van de verantwoordelijke ministeries beland (<http://www.waddenvereniging.nl/red-de-eems/site/>). Vanaf 2010 kwamen naast elkaar talloze initiatieven op gang in Nederland (o.a. E-pact, E+E in balans) en Duitsland (o.a. Masterplan Ems 2050).

In het Bestuurlijk Overleg MIRT (Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport) Noord-Nederland in het najaar van 2013, is afgesproken dat rijk en regio een MIRT-onderzoek Eems-Dollard starten. Het rijk en de provincie Groningen zijn gezamenlijk de opdrachtgevers voor dit onderzoek. Het doel van het MIRT-onderzoek is het voorbereiden van keuzes rondom de Nederlandse strategie in de bilaterale samenwerking met Duitsland, gericht op het ecologisch behoud en herstel van het Eems-Dollard estuarium in balans met kustveiligheid, ruimtelijke kwaliteit en economische ontwikkeling. Ook wordt een afweging gemaakt of een MIRT-verkenning moet volgen, op basis van afspraken over bilaterale samenwerking (maatregelen en financieringsstrategie) voor herstelmaatregelen in het Nederlandse deel van het Eems-Dollard estuarium.

Het MIRT-onderzoek bestaat uit twee fasen. In fase I zijn de volgende vier deelonderzoeken (genaamd "sporen") uitgewerkt:

- Spoor 1. Probleemanalyse en streefbeeld
- Spoor 2. Maatregelen en financieringsstrategie
- Spoor 3. Contouren van een uitvoeringsorganisatie
- Spoor 4. Economische kansen

De projectgroep MIRT Eems Dollard heeft in 2014 drie brede startbijeenkomsten (3 april, 19 juni, 11 september) georganiseerd met focus op spoor 2 om in breder verband te werken aan de kennisbasis voor het MIRT-onderzoek. Betrokken partijen, belanghebbenden en (Duitse) experts zijn voor deze bijeenkomsten uitgenodigd.

Bij de uitwerking van fase I is gebruik gemaakt van de DPSIR-methode. De uitkomsten voor Spoor 1 zijn:

- De Eems kent een verslechterde natuurlijke staat van het estuarium; troebel water door slib, barrières voor m.n. vissen. Dit is veroorzaakt door inpolderingen, indijkingen, vaargeulverdiepingen en kanalisering (van de rivier Ems).
- Er is een voorlopige short list van maatregelen opgesteld: van de 92 maatregelen uit eerdere onderzoeken zijn er naar verwachting zo'n 24 ecologisch effectief, ingedeeld naar 3 categorieën: (i) maatregelen langs de kust, (ii) maatregelen tegen het slib en (iii) maatregelen op het gebied van de hydrodynamiek (bv. meergeuligheid).

Fase I is inmiddels afgerond. Naar aanleiding van de uitkomsten van Fase I is besloten om spoor 1 aan te passen in 'Probleemanalyse en maatregelen' en spoor 2 in 'Financieringsstrategie'.

In Fase II wordt een nadere uitwerking gevraagd van de producten uit Fase I. Voor spoor 1 wordt specifiek gevraagd:

1. Een richtinggevende ecologisch perspectief voor het Eems-Dollard estuarium.
2. Een voorstel voor maatregelen(sets) om dit perspectief dichterbij te brengen.
3. De ecosysteem diensten die kunnen worden vervuld vanuit het ecologisch perspectief.
4. Het toedelen van de oplossingsrichtingen en maatregelen aan de 4 verschillende kijkrichtingen ('Eem\$-Dollar', 'Ecologie=Economie', 'Go with the Flow', 'Gulden Snede').

Dit rapport maakt deel uit van MIRT-onderzoek Eems-Dollard Fase II spoor 1, het ecologische kennisspoor. Het bouwt voort op resultaten uit MIRT-onderzoek Fase I en andere bestaande probleembeschrijvingen.

Dit rapport is het resultaat van een reviewstudie van ecologische probleembeschrijvingen voor het Eems-estuarium. De meest recente probleembeschrijvingen, namelijk die zijn verschenen vanaf 2010, zijn hierin geanalyseerd. De belangrijkste bevindingen van deze rapporten zijn samengevat en er is gepoogd om te komen tot "fact-checking": welke oorspronkelijke literatuur of wetenschappelijke studie geeft feiten die de bevindingen staven?

2. Selectie van bronnen en gebiedsindeling

2.1 Selectie van bronnen

Er zijn veel ecologische problemen in het Eems estuarium geïdentificeerd en gerapporteerd, ook in wetenschappelijke publicaties. Met name rondom de ecologische problemen die worden veroorzaakt door baggeren en vertroebeling zijn veel publicaties geschreven door V.N. De Jonge.

In de periode vanaf 2010 zijn diverse samenvattende rapporten verschenen met ecologische probleembeschrijvingen. In deze reviewstudie worden de volgende documenten nader beschouwd:

- Raad voor de Wadden (2010). Eems-estuarium: van een gezamenlijk probleem naar een gezamenlijke oplossing. Leeuwarden, Raad voor de Wadden Advies 2010/03.
- PRW (2012). De ecologische toestand van het Eems-estuarium en mogelijkheden voor herstel. Der ökologische Zustand des Emsästuars und Möglichkeiten der Sanierung. Leeuwarden/Veenwouden, Programma Naar Een Rijke Waddenzee/Altenburg & Wymenga rapport1759.
- PRW (2013). Helder & productief – naar structurele ecologische verbetering in het Eems-estuarium. Programma naar een Rijke Waddenzee.
- Litjens G., W. Braakhekke & A. van Winden (2013). Realisatieprogramma Eems Dollard Unterems. Nijmegen, Bureau Stroming.
- Royal Haskoning DHV (2013). Maatregelstudie Eems-Dollard, Economie en Ecologie in balans. Hydrodynamisch berekeningen en effectbepaling herstel maatregelen Eems-Dollard. Groningen, RoyalHaskoningDHV.
- Kooistra D, Van Nieuwerburgh L, Borrius K, Janssen G. (2013). Beoordeling status van het Eems-Dollard gebied. Rijkswaterstaat, RoyalHaskoningDHV, Provincie Groningen.
- IMP (2014). Integrierter Bewirtschaftungsplan Emsästuar (IBP Ems). Fachbeitrag 1: „Natura 2000“. Teil A: Bestandsaufnahme und Bewertung.
- Royal Haskoning DHV (2014). Probleembeschrijving Eems-estuarium - Probleembeschrijving volgens DPSIR Methodiek in het kader van MIRT-onderzoek Eems-Dollard. Groningen, RoyalHaskoningDHV.

Daarnaast is er een groot aantal andere rapporten geschreven die weliswaar ingaan op de toestand in het Eems estuarium, maar meer gericht zijn op maatregelen ter verbetering en/of streefbeelden beschrijven. Het gaat hierbij om bijvoorbeeld:

- Expertcommissie MIRT-onderzoek Eems-Dollard (2014). Advies expertcommissie MIRT-onderzoek Eems-Dollard, 30 september 2014, Groningen.
- Slijkerman, D.M.E., J.E. Tamis & M.J. Baptist. 2014. Maatregelen ter verbetering van het Eems-Dollard estuarium - Quick scan van 92 MIRT maatregelen en relatie met DPSIR. Rapport C114/14 IMARES
- Royal Haskoning DHV (2014). Effectiviteit van maatregelen voor ecosysteemherstel Eems-estuarium - Advies meest effectieve maatregelen in het kader van MIRT.
- IMP (2014): Integrierter Bewirtschaftungsplan Emsästuar (IBP Ems). Fachbeitrag 1: „Natura 2000“. Teil A: Bestandsaufnahme und Bewertung.
- Van Oostenbrugge, R (2011). Kijkrichtingen van de Natuurverkenning, Landschap 28(4).
- Brinkman A.G. & Baptist M.J. (2015): Onderzoekprogramma ecologisch herstel Eems-Dollard. IMARES Rapport C008/15
- Dirkx, G.H.P., R.C.M. Arnouts & M. de Heer (2011). Conflicterende of convergerende ambities in de Eems-Dollard? Wageningen, WOt-paper 10.

2.2 Gebiedsindeling

Het Eems-Dollard estuarium kan in verschillende deelgebieden worden ingedeeld: mondingsgebied, middendeel, Dollard en getijdenrivier, zie Figuur 2.1. Problemen en maatregelen zijn niet beperkt tot de buitendijkse delen, dus is er een zone aangegeven voor binnendijkse delen behorende bij ieder deelgebied. De getijdenrivier betreft het Duitse deel van het estuarium. De overige gebiedsdelen worden door Nederland en Duitsland samen beheerd. Aangezien MIRT herstelmaatregelen in hoofdzaak genomen worden in het Nederlandse deel van het Eems-Dollardestuarium, richten wij ons in deze studie vooral op problemen die spelen in het mondingsgebied, het middendeel en de Dollard. Echter, problemen die in het gebied van de getijdenrivier spelen, kunnen mogelijk wel door ingrepen in Nederland (deels) opgelost worden. Deze problemen kunnen dus ook relevant zijn voor MIRT en worden daarom wel meegenomen in deze analyse.



Figuur 2.1 Het Eems-Dollard estuarium met gebiedsindeling en zone voor binnendijkse delen.

3. De geïdentificeerde problemen in MIRT perspectief

Voor de MIRT verkenning is het belangrijk om een duidelijk beeld te hebben van de ecologische problemen in het Eems estuarium. De volgende aspecten spelen daarbij een rol:

- *De locatie van het probleem* (in welke deel van het Eems-estuarium komt het probleem voor?);
- *De onderbouwing van de ernst van het probleem* (is het probleem onderbouwd door feitelijke data en wetenschappelijke literatuur?);
- *De mate van menselijke invloed op het probleem* (in hoeverre is het probleem veroorzaakt door menselijke ingrepen of is het ontstaan door autonome ontwikkelingen / variaties onder invloed van externe factoren als rivierafvoer en meteorologische condities?).

Dit rapport geeft een gestructureerd overzicht van samenvattende probleembeschrijvingen sinds 2010 waarin de geïdentificeerde problemen gerelateerd worden aan de oorzaak en de plaats in het systeem. Problemen kunnen zich voordoen op diverse niveaus in de oorzaak-effectketen. De troebelheid van het estuarium wordt veelal als probleem beschreven. Echter, ook de onderliggende oorzaken, zoals baggerwerkzaamheden, zijn onderdeel van het probleem. Daarnaast zijn ook de (mogelijke) gevolgen van de vertroebeling van belang. Om die relaties in kaart te brengen, worden de geïdentificeerde problemen aan de hand van een oorzaak-effectketenbenadering gestructureerd, waarbij we uitgaan van de:

- Oorzaak (bijvoorbeeld baggeren);
- Gevolg (bijvoorbeeld vertroebeling);
- Effect (bijvoorbeeld beperkte primaire productie).

De drijvende kracht achter de oorzaken (bijvoorbeeld economische ontwikkelingen), wordt hierbij weggelaten. Ook wordt niet ingegaan op de mogelijke maatregelen. Aangezien het doel van deze studie is om de ecologische problemen in perspectief te zetten, ligt de focus hier op de effecten in het ecosysteem van het Eems estuarium.

Van elk geïdentificeerd probleem is nagegaan op welke onderliggende bronnen (data in literatuur) deze gebaseerd is. Hierbij worden zoveel mogelijk alleen originele kennisbronnen gebruikt. Het doel hiervan is om duidelijk te krijgen in welke mate beweringen onderbouwd zijn.

3.1 Waterkwaliteit

3.1.1 Instroom van nutriënten en giftige stoffen is boven het streefniveau

De Raad voor de Wadden (2010) geeft aan dat het water in het estuarium zich nog niet in een goede chemische toestand bevindt en verwijst daarbij naar het Internationaal KRW-beheerplan SGD Eems (SGD, 2009).

Het PRW (2012) beschrijft dat de instroom van nutriënten en giftige stoffen over het algemeen afgenomen is, maar nog steeds boven het streefniveau blijft. Bronnen die gebruikt zijn in de beschrijving van de waterkwaliteit (PRW, 2012) zijn: NLWKN (2010); RWS (2009a); Bakker et al. (2009); Becker & Dittmann (2009); van Beusekom et al. (2009); en Schuchardt & Scholle (2009); ten Hallers (2006).

In het kader van Natura 2000 wordt geschreven dat de waterkwaliteit in het Eems estuarium verbeterd is, en dit wordt nu (met uitzondering van troebeling) niet meer als een groot probleem gezien (Natura 2000 Profielendocument Estuaria H1130, versie 2008 (LNV, 2008)). In het IMP rapport (2014) wordt geschreven dat de invoer van nutriënten en verontreinigende stoffen nog steeds hoog is. Het is hierbij niet duidelijk hoe die invoer is berekend. In het Eems estuarium is het voorkomen en de verspreiding van huidziekten bij vissen (Bot), welke als indicator van de waterkwaliteit in de Waddenzee wordt gebruikt, gedaald naar natuurlijk achtergrondniveau (Vethaak, 2013).

Nutriënten en giftige stoffen	
Specifiek probleem / data	Referentie (bron)
Geen goede chemische toestand	Internationaal KRW-beheerplan SGD Eems (2009)
Concentraties giftige stoffen boven het streefniveau	NLWKN (2010); RWS (2009); Bakker et al. (2009); Becker & Dittmann (2009); van Beusekom et al. (2009); Schuchardt & Scholle (2009); ten Hallers (2006)
Invoer van nutriënten en verontreinigende stoffen is nog steeds hoog	Onduidelijk hoe dit is vastgesteld
Huidziekten bij bot (indicator waterkwaliteit) is gedaald naar natuurlijk achtergrondniveau	Vethaak (2013)
Conclusie: Niet alles even goed onderbouwd	

3.1.2 Ongunstige omstandigheden voor uitgroei van vislarven

PRW (2012) geeft aan dat de omstandigheden in de getijdenrivier waaronder vislarven moeten overleven slecht zijn (Talke et al., 2009), vanwege de slechte waterkwaliteit (zuurstofloze perioden, extreem hoge concentraties zwevende deeltjes). Dit probleem speelt voor typisch estuariene soorten zoals Spiering en Fint. PRW (2012) refereert daarbij naar een pilot studie over Spiering (Scholle et al., 2007). [Noot: het wordt niet goed duidelijk gemaakt waar de vislarven exact opgroeien en welk aandeel in de vispopulatie leidt onder de omstandigheden in de getijdenrivier. De omvang van het probleem is derhalve onvoldoende onderbouwd].

Ongunstige omstandigheden voor uitgroei van vislarven	
Specifiek probleem /data	Referentie (bron)
Zuurstofloze perioden, extreem hoge concentraties zwevende deeltjes en vloeibaar slib	Scholle et al. (2007)
Conclusie: Onvoldoende onderbouwd	

3.1.3 Zuurstoftekort

Zuurstoftekort in de getijdenrivier wordt in de meeste rapporten als probleem vermeld en is goed onderbouwd. Zo staat bijvoorbeeld in het rapport van PRW (2012) vermeld dat de minimale zuurstofconcentratie tussen Papenburg en Leer is afgenomen van 8 mg/l in 1980 tot 0 mg/l sinds begin van de jaren 2000 en dat het zuurstoftekort in het gebied zich uitgebreid heeft in ruimte en tijd. Hierbij wordt verwezen naar Van der Welle & Meire (1999) en Engels (2007).

Zuurstoftekort	
Specifiek probleem (data)	Referentie (bron)
Minimale O ₂ conc. in getijdenrivier is afgenomen van 8 naar 0 mg/l (in 1980 en 2000 resp.) en het O ₂ tekort is uitgebreid in ruimte en tijd.	Welle & Meire (1999); Engels (2007)
Conclusie: Goed onderbouwd	

3.1.4 Beïnvloeding van waterkwaliteit

In het rapport van PRW (2012) wordt de sterk kunstmatige morfologie en het daaraan gerelateerde fenomeen van 'tidal pumping' als kernproblemen gezien. Er wordt vermeld dat hierdoor de kwaliteit van het water en de estuariene habitats wordt beïnvloed. Er wordt echter geen referentie vermeld. Ook wordt niet toegelicht om welke aspecten van de waterkwaliteit het gaat. Waarschijnlijk gaat het hier om vertroebeling. vertroebeling heeft in het Nederlandse deel vooral effect op de primaire productie (paragraaf 3.2).

Beïnvloeding van de waterkwaliteit	
Specifiek probleem (data)	Referentie (bron)
Geen specifieke data	--
Conclusie: Niet onderbouwd	

3.2 Primaire productie

3.2.1 Beperkte primaire productie

Vrijwel alle probleembeschrijvingen geven aan dat primaire productie beperkt is. Er worden reducties vermeld variërend van 25-65%, zie Tabel 3.1. [Noot: alle getallen voeren terug op één bron].

Tabel 3.1 Overzicht genoemde afnames in primaire productie

Gebied	Productie afname	Referentie periode	'Huidige' periode	Referentie
Dollard	circa 50%	1950	1975 tot 1980	De Jonge & Brauer (2006)
Zeewaartse deel	65%	1950	1975 tot 1980	De Jonge & Brauer (2006)
Estuarium	50-67%	Natuurlijke referentie	Huidige situatie	De Jonge & Brauer (2006)
Estuarium	40%	2005/2006 zonder baggeren	2005/2006 met baggeren	De Jonge & Brauer (2006)
Estuarium	25 – 40%	1979	Niet genoemd	De Jonge & Brauer (2006)
Estuarium	60%	1950/1960	Niet genoemd	De Jonge & Brauer (2006)

De Jonge & Brauer (2006) refereren naar Colijn (1983), De Jonge & Van Beusekom (1992), Colijn & De Jonge (1984), De Jonge & Colijn (1994). Geschat wordt dat de primaire productie als gevolg van de toegenomen troebelheid in de periode 1975 tot 1980 met circa 50% (Dollard) tot 65% (zeewaartse deel) is afgenomen ten opzichte van de situatie rond 1950 (Raad voor de Wadden, 2010). [Noot: direct bewijs voor effecten hiervan op de primaire productie is inmiddels beschikbaar (Brinkman et al. 2015)].

Kooistra et al. (2013) noemen onderzoek naar de effecten van klimaatverandering, baggerwerkzaamheden en rivierverbetering op de lichtomstandigheden waarbij geconcludeerd wordt dat er een groot effect is van onderhoudsbaggerwerkzaamheden en veranderingen in de morfologie van de rivier op primaire productie. Ze verwijzen hierbij naar DeGroot & De Jonge (1990), De Jonge & Brauer (2006), en De Jonge, niet-gepubl.). [Noot: baggeren in het Eems estuarium is een activiteit die al decennia lang plaatsvindt, al ver vóór de eerste metingen naar primaire productie van Colijn uit 1975-1980 toen er werd gebaggerd over afstanden van ongeveer 35 km. Genoemde bronnen geven geen beschrijving van de primaire productie in een referentiesituatie zonder baggeren en feitelijk is de invloed van baggeren op de primaire productie dus onvoldoende beschreven].

In het rapport van de Raad voor de Wadden (2010) wordt opgemerkt dat er tussen 1981 en 2012 geen metingen meer zijn verricht aan de primaire productie. Ook in Kooistra et al. (2013) wordt het gebrek aan (kwantitatieve) data en inzicht genoemd. [Noot: metingen aan primaire productie hebben in 2012 en 2013 wel plaatsgevonden (Brinkman et al. 2015)]. Volgens de recente gegevens is de afname in de primaire productie tussen 1978/1980 en 2012/2013 0-50% in het buitengebied (Westereems), 0% bij de Hond en de Dollard, en een 'echte' afname van 40-60% daar waar de Ems het estuarium instroomt (Brinkman et al., 2015). Het recente onderzoek geeft enigszins inzicht in de primaire productie van het systeem, maar om het systeemgedrag beter in beeld te brengen is nog jaren onderzoek/monitoring nodig (Brinkman & Baptist, 2015), onder meer een gevolg van de van-jaar-tot-jaar variabiliteit van dit (en elk) ecosysteem].

Volgens het PRW (2012) kan verwacht worden dat de jaarlijkse primaire productie significant verhoogd wordt als de lichtomstandigheden verbeteren (vooral in het middendeel en het mondingsgebied). Het PRW (2012) geeft de volgende referenties: DeGroot & De Jonge (1990); De Jonge & Brauer (2006); De Jonge et al. (niet-gepubl.) [Noot: inmiddels gepubliceerd in 2012]; De Jonge & Essink (1991). Indien de primaire productie in de huidige situatie wordt vergeleken met de natuurlijke referentie stelt PRW (2012) dat de natuurlijke referentie aanzienlijk hoger is, misschien wel 100 - 200% meer. Daarbij wordt geen toelichting gegeven van de natuurlijke referentie en daarmee is deze stelling niet onderbouwd.

Het PRW (2013) geeft geen bronvermeldingen behoudens een enkele voetnoot. Wel wordt als bijlage een beschrijving gegeven van Victor De Jonge (2013) redactie Judith Westveer: het functioneren van het voedselweb in het Eems estuarium, onder gemiddelde en extreme omstandigheden. In de bijlage van het PRW (2013) staat het volgende: "*De productie van het fytoplankton is relatief met de helft afgenomen (van 60% van de totale hoeveelheid algen naar 30%).* [Noot: in deze tekst wordt de productie van algen (de aanmaak van chlorofyl) verward met de hoeveelheid algen (de hoeveelheid chlorofyl)]. En verder staat er: *De productie van de benthische algen (zowel op de plaat als losgeslagen) zijn beide relatief met zo'n 75% toegenomen (van 20% van het totaal naar 35% van de totale primaire productie). De absolute waarde van de benthische micro-algenproductie is gelijk gebleven, de absolute waarde van de fytoplanktonproductie (fytoplankton plus geresuspendeerde benthische microalgen) is gedaald, dus in relatieve zin zijn de bodemalgen nu belangrijker geworden.*" En verder (bijlage PRW, 2013): "*De inschatting is dat de totale primaire productie van fytoplankton en benthische microalgen in de huidige situatie (feitelijk 2005/2006) 40% is van de primaire productie onder omstandigheden dat niet zou zijn gebaggerd.*" Zoals eerder genoemd wordt in dit stuk geen bronvermelding vermeld.

Litjens et al. (2013) rapporteren dat de productiviteit, uitgedrukt in een jaarlijkse algenproductie van 148 gram per m² wateroppervlak in de buurt van Delfzijl, tot wel 400 gram per m² bij Borkum, tot de hoogste op aarde wordt gerekend en verwijst daarbij naar WNF (2009) en De Jonge en Essink (1991). Ook wordt vermeld dat de primaire productie in de Eems sinds 1979 door vertroebeling met 25 – 40% is afgenomen (2011 WWF Duitsland report Ems, Schuttelaars, De Jonge en Chernetsky, figuur 2.6, in Litjens et al., 2013). [Noot: Litjens et al. (2013) geven geen volledige referenties]. In deze reviewstudie zijn we niet nagegaan of de claim van hoogste productie op aarde correct is. Er wordt niet nader gespecificeerd of het pelagische of benthische productie betreft en wij vermoeden sterk het laatste. Een recente publicatie over een zandplaat in het Nakdong estuarium in Zuid-Korea rapporteert nog hogere waarden oplopend tot 546,15 gram koolstof per vierkante meter (Du et al., 2009).

Door De Jonge et al. (2014) is geschat dat de primaire productie van het fytoplankton onder invloed van de troebelheid met ca. 60% is afgenomen ten opzichte van 1950/1960. Zoals eerder genoemd is deze referentieperiode waarschijnlijk niet gebaseerd op metingen aan de primaire productie maar op berekeningen aan de hand van de hoeveelheid licht (De Jonge & Brauer 2006).

Effecten op de primaire productie werken door hogerop in de voedselketen. Alhoewel dit erkend wordt in diverse probleembeschrijvingen worden er nauwelijks specifieke effecten genoemd. Overigens is dit ook zeer lastig te voorspellen omdat er allerlei veranderingen tegelijk optreden. In de bijlage van PRW (2013) wordt wel genoemd dat verschuivingen van een hoge naar een lage productie gemakkelijk geleid

kunnen hebben tot een 'mismatch' tussen de behoefte van zoöplankton en de beschikbare hoeveelheid voedsel. Er wordt in PRW (2013) geen verwijzing gegeven, maar dit moet gebaseerd zijn op De Jonge & van Beusekom (1992) waarin de tijdelijke belangrijke rol van gesuspendeerd microfytobenthos in het vroege voorjaar ten gunste van copepoden wordt beschreven. Vissen eten die zoöplankton, waardoor het hele voedselweb afhankelijk is van de algenproductie (bijlage PRW, 2013). Er lijken echter geen aanwijzingen te zijn voor afnemende trends in vispopulaties specifiek in het estuarium, met uitzondering van trekvisseren. Metingen aan zoöplankton ontbreken. Brinkman & Baptist (2015) vermelden dat een berekening naar effecten van vertroebeling op primaire productie in 2014 is uitgevoerd met het BLOOM-model van Deltares (Cronin et al., in prep.), waarbij terugkoppelingseffecten (van benthische en pelagische grazers) niet betrokken zijn. Op dit moment ontbreekt een afdoende inzicht in de doorwerking van effecten van vertroebeling op primaire productie en verder in de voedselketen. Dit kan gekwantificeerd worden via ecologische voedselweb modellering.

Beperkte primaire productie	
Specifiek probleem (data)	Referentie (bron)
Afname productie ca. 50% in de Dollard en 65% in zeewaartse deel (1950 – 1975/1980)	De Jonge & Brauer (2006)
Afname productie 50-67% (huidige situatie tov natuurlijke referentie)	De Jonge & Brauer (2006)
Afname productie 40% (vergelijking situatie met baggeren tov zonder baggeren)	De Jonge & Brauer (2006)
Afname productie 25-40% (tov 1979)	De Jonge & Brauer (2006)
Afname productie 60% (tov 1950/1960)	De Jonge & Brauer (2006)
Conclusie: Onderbouwd door één bron	

3.3 Habitats

3.3.1 Beperkte kwantiteit en/of kwaliteit van estuariene habitats

Het rapport van PRW (2013) geeft vier belangrijke problemen aan in het Eems-Dollard estuarium, waaronder dat leefgebieden niet *groot, gevarieerd en gezond genoeg* zijn. Daar is later door Royal Haskoning DHV (2014) aan toegevoegd dat de leefgebieden *versnipperd* zijn en dat de *verhouding* in de verschillende leefgebieden (platen, kwelders, geulen, slikken, diepwater, etc.) is *veranderd*, waarbij vooral het getijdengebied is afgenomen. Beide documenten geven echter geen onderbouwing of referentie voor deze uitspraken. Ook is niet duidelijk voor welke soorten en welke leefgebieden dit geldt.

Het rapport van PRW (2012) geeft in het algemeen aan dat door de sterk kunstmatige morfologie en het daaraan gerelateerde fenomeen van '*tidal pumping*'¹ de waterkwaliteit en de kwaliteit van de estuariene habitats zo wordt beïnvloed dat deze problemen als 'fundamenteel' kunnen worden beschouwd. In de samenvatting staat vermeld dat estuariene habitats in kwaliteit en kwantiteit beperkt zijn (PRW, 2012). In de beschrijving van de habitats wordt echter alleen een grote afname beschreven van droogvallende platen, ondiepe waterzones en voorlandgebieden in het gebied van de getijdenrivier, waarbij wordt verwezen naar Herrling & Niemeijer (2006), De Jong (2006) en Claus (1998). Er zijn ook andere habitatproblemen in het gebied van de getijdenrivier door PRW (2012) beschreven. Het habitat is zeer waarschijnlijk ongeschikt geworden voor Otters en een deel van het broedhabitat in het voorland, is voor broedvogels zoals kiekendieven, zangvogels en weidevogels afgenomen in kwaliteit door intensief agrarisch gebruik (PRW, 2012).

¹ Tidal pumping wordt veroorzaakt doordat de vloedperiode korter is dan de ebperiode (het getij heet dan asymmetrisch) waardoor meer bezonken slibdeeltjes bij vloed kunnen worden opgewerveld en getransporteerd dan bij eb, en er dus een netto transport het estuarium in /de rivier op plaatsvindt.

Voor het mondingsgebied en het middendeel is tot 1924 oppervlakteverlies opgetreden in droogvallende platen en voorlandgebieden, voornamelijk door inpoldering, wat al rond 1600 begon (PRW, 2012). Maar ook in recente tijden is er grootschalig ingegrepen. Rond 1970 werd op het voormalige Robbenzand de Eemshaven aangelegd. Kort erna werd begonnen met het opspuiten van de Rysumer Nacken (aan Duitse zijde), in 1979 werd Polder Breebaart aangelegd door weer een stuk van de Dollard af te nemen. Vanaf 1984 werd begonnen met drastische verdiepingen van de getijdenrivier de Eems.

Beperkte kwantiteit en/of kwaliteit van estuariene habitats	
Specifiek probleem (data)	Referentie (bron)
Leefgebieden niet groot, gevarieerd en gezond genoeg. Leefgebieden versnipperd en verhouding veranderd.	Geen onderbouwing
Grote afname van droogvallende platen, ondiepe waterzones en voorlandgebieden in het gebied van de getijdenrivier. Afname kwaliteit voor otters en afname kwaliteit broedhabitat voor vogels	Herrling & Niemeijer (2006), De Jong (2006) Claus (1998), Krüger (2006)
Conclusie: Gedeeltelijk onderbouwd	

3.3.2 Sterke achteruitgang van beschermde natuurwaarden van de Unterems

In het rapport van Litjens et al. (2013) staat dat de beschermde natuurwaarden van de Unterems sterk achteruit zijn gegaan. Door aanpassingen in het estuarium ten behoeve van de scheepvaart is het deel van de rivier waar het getij doordringt kleiner geworden en zijn de oeverzones, in het deel waar het getij nog wel doordringt, voor de gemiddelde vloed niet meer bereikbaar. Het gaat hierbij om vegetatie veranderingen (zoals het verdwijnen van soorten zoals Dotterbloem) en een afname in het aantal broedvogels (met name de weidevogels). Er wordt daarbij verwezen naar dr. Helmut Kruckenberg (bioloog, ganzenonderzoeker).

Sterke achteruitgang van beschermde natuurwaarden van de Unterems	
Specifiek probleem (data)	Referentie (bron)
Vegetatiekundige veranderingen (bijv. verdwijnen van soorten zoals Dotterbloem) en een afname in het aantal broedvogels	dr. Helmut Kruckenberg (bioloog, ganzenonderzoeker)
Conclusie: Deels (expert opinie) onderbouwd	

3.3.3 Gebrek aan geschikte paaigebieden voor vissoorten

PRW (2012) geeft aan dat vissoorten in de getijdenrivier geschikt paaigebied missen en dat de slechte waterkwaliteit hier debet aan is (zuurstofloze perioden, extreem hoge concentraties zwevende deeltjes en vloeibaar slib). Dit probleem speelt voor typisch estuariene soorten zoals Spiering en Fint. PRW (2012) refereert daarbij naar een pilot studie over Spiering (Scholle et al., 2007). Zie ook paragraaf 3.1 (waterkwaliteit).

Gebrek aan geschikte paaigebieden voor vissoorten	
Specifiek probleem (data)	Referentie (bron)
Door zuurstofloze perioden, extreem hoge concentraties zwevende deeltjes en vloeibaar slib missen typisch estuariene vissoorten zoals Spiering en Fint geschikt paaigebied	Scholle et al. (2007)
Conclusie: Goed onderbouwd	

3.3.4 Afname omvang en kwaliteit kwelders

Het merendeel van het kwelderareaal ligt in de Dollard. De Raad voor de Wadden (2010) beschrijft dat het kwelderareaal in de Dollard door afslag achteruit gaat en dat momenteel ook de kwaliteit van de kwelders achteruit gaat. De vegetatie verouderd waardoor de aanvankelijke soortenrijkdom afneemt. Dit is gebaseerd op monitoringsgegevens van RWS (2010). [Noot: de Raad voor de Wadden (2010) geeft geen volledige referentie voor RWS (2010). Recenter inzicht geeft aan dat de vegetatie van de kwelders voornamelijk veranderd is doordat de beweiding intensiever en langduriger geworden is, dat de oppervlakte aan kwelder redelijk stabiel is en dat de Dollard kwelders vanwege de ligging in brak water van een unieke kwaliteit zijn (pers. com. W. van Duin, IMARES)].

PRW (2013) beschrijft dat de inpolderingen van kwelders en oevergebieden enerzijds op het getij effect hebben gehad (minder demping) en anderzijds op de troebelheid (minder invang van slib). PRW (2013) geeft geen directe bronvermelding bij deze uitspraak maar wel een overzicht van gebruikte bronnen, zijnde: input van experts tijdens bijeenkomsten; PRW (2012); PRW en anderen (2012); Royal Haskoning/DHV (2013).

PRW (2012), een van de gebruikte bronnen van PRW (2013), geeft aan dat het areaal aan kwelders in het Duitse deel van de Dollard momenteel afneemt ten gevolge van erosie [Noot: het ligt geëxposeerd op de wind]. Tussen 1997 en 2004 was de afname van het kwelderareaal in het Duitse deel 95 ha terwijl deze in het Nederlandse deel slechts 1 tot 4 hectaren is afgenomen (PRW, 2012). Het PRW (2012) verwijst daarbij naar Esselink et al. (2011). Dit probleem speelt dus hoofdzakelijk op Duits grondgebied, maar is ook relevant voor Nederland. De behoudsstatus van kwelders in het kader van Natura 2000 is overigens als uitstekend beoordeeld (Kooistra et al., 2013). Hierbij wordt vermeld dat de abiotische kenmerken voldoende aanwezig zijn en dat met het huidige beheer het Natura 2000 doel voor de oppervlakte (minimaal 700 ha) en kwaliteit bereikt wordt.

Kwelders zijn belangrijk voor grote aantallen vogels. Trekvogels maken gebruik van kwelders om te foerageren. Ook broeden sommige soorten op de hogere delen van de kwelders. Een afname van de omvang en kwaliteit zou dus effect kunnen hebben op aantallen (broed)vogels. Royal Haskoning DHV, (2014) beschrijft dat de kwaliteit (soortenrijkdom) van de kwelders afneemt door verruiging en een verminderde soortenrijkdom, maar zoveel mogelijk door beheer op peil wordt gehouden. Daarbij wordt geen bronvermelding gegeven en deze uitspraak is in strijd met andere inzichten.

Afname omvang en kwaliteit kwelders	
Specifiek probleem (data)	Referentie (bron)
Afname areaal en kwaliteit (veroudering vegetatie en daardoor vermindering soortenrijkdom) in de Dollard*	Monitoringsgegevens van RWS (2010))
Tussen 1997 en 2004 was het kwelderareaal 95 ha en 1-4 ha afgenomen in resp. het Duitse en het Nederlandse deel	Esselink et al. (2011)
Natura 2000 behoudsstatus (oppervlakte en kwaliteit) van kwelders is uitstekend	Kooistra et al. (2013) maar dit is geen officiële Natura 2000 status rapportage
Conclusie: Goed onderbouwd	

* Inmiddels is er geen sprake meer van verruiging maar is de vegetatie juist veranderd doordat de beweiding intensiever en langduriger geworden is (pers. com. W. van Duin, IMARES)

3.3.5 Afname omvang en kwaliteit (kwetsbaarheid) zeegrasvelden

Vrijwel alle probleembeschrijvingen noemen een afname van het areaal en de kwaliteit van de zeegrasvelden (Raad voor de Wadden, 2010; PRW, 2012; PRW, 2013; Royal Haskoning DHV, 2014).

Raad voor de Wadden (2010) verwijst daarbij naar het Brondocument KRW-beheerplan (2008a), maar belangrijker zijn de monitoringsgegevens RWS (2010). [Noot: Voor het brondocument KRW beheerplan (2008a) wordt door de Raad voor de Wadden (2010) geen volledige referentie gegeven. Waarschijnlijk

gaat het hier om de uitgave van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Rijkswaterstaat in 2009 (RWS, 2009b)]. PRW (2012) verwijst naar: Stratingh & Venema (1855); Van Voorthuysen & Kuenen (1960); Den Hartog & Polderman (1975); Van den Hoek et al. (1979); De Jonge et al. (1997); Adolph (2010); Merckelbach & Eysink (2001); Erftemeijer (2005); Van der Graaf et al. (2009a).

PRW (2012) concludeert dat het onwaarschijnlijk is dat zeegras (*Zostera*) in het verleden ooit een belangrijkere rol heeft gespeeld in het Eems-Dollard gebied en dat het niet duidelijk is wat de afname van zeegras bij de Hond-Paap heeft veroorzaakt. Ze veronderstellen dat een toename in troebelheid tussen 1990 en 2000 en een sterke bodemdaling ten gevolge van gaswinning mogelijk een rol hebben gespeeld, maar geven hiervoor geen wetenschappelijke onderbouwing.

PRW (2013) geeft geen bronvermelding en Royal Haskoning DHV (2014) baseert de uitspraak op Raad voor de Wadden (2010). Aangezien Raad voor de Wadden (2010) op haar beurt verwijst naar andere literatuur is hier sprake van kringvermelding.

Klein zeegras (*Zostera noltii*) komt nog in kleine aantallen op de Paap voor, maar is nagenoeg verdwenen. Groot zeegras (*Zostera marina*) komt nog voor op een paar locaties, waar de verspreiding en bedekking sterk variëren van jaar tot jaar. Het zeegras op Hond-Paap nam toe tot een maximum in 2003, waarna het na 2004 weer sterk afnam in oppervlakte en bedekking blijkt uit recent onderzoek (Jager & Kolbe, 2013). Genoemde oorzaken hiervan zijn o.a. klimaatverandering, het gebruik van de velden als bron voor uitzet-experimenten, (momenten van) ongunstige abiotische condities zoals zwevend stofgehalte, saliniteit en zuurstofgehalte (Jager & Kolbe, 2013).

Aangezien het voortbestaan van gemeenschappen van de zeegrasklasse een landelijk probleem betreft, wordt het behoud en herstel ervan ook landelijk aangepakt. Bovendien is Groot zeegras een beschermde plant op grond van de Flora- en Faunawet. Op basis van de huidige kennis kan geen direct verband worden gelegd tussen de kwetsbaarheid van zeegrasvelden en specifieke problemen in de Eems-Dollard. Er zal waarschijnlijk een combinatie van processen een rol spelen en er is nog onvoldoende wetenschappelijke kennis om duidelijke oorzaken aan te geven.

Afname omvang en kwaliteit (kwetsbaarheid) zeegrasvelden	
Specifiek probleem (data)	Referentie (bron)
Het is onwaarschijnlijk dat <i>Zostera</i> in het verleden ooit een belangrijkere rol heeft gespeeld in het Eems estuarium en het is niet duidelijk wat de afname van zeegras bij De Hond-Paap heeft veroorzaakt.	Stratingh & Venema (1855); Voorthuysen et al. (1960); Den Hartog & Polderman (1975); Van den Hoek et al. (1979); De Jonge et al. (1997); Adolph (2010); Merckelbach & Eysink (2001); Erftemeijer (2005) Van der Graaf et al. (2009a)
Groot zeegras kwam in 2011 nog slechts spaarzaam voor.	Jager & Kolbe, 2013
Conclusie: Goed onderbouwd, maar onduidelijke oorzaak	

3.4 Benthos

3.4.1 Veranderingen in macrobenthos

Veranderingen in het macrobenthos in het middendeel en de Dollard wordt door het PRW (2012) als probleem beschreven. Genoemde bronnen bij de beschrijving van het macrobenthos in PRW (2012) zijn o.a. Ysebaert et al. (1998), Essink & Esselink (1998) en Van der Graaf et al. (2009b). Behalve de mogelijke verdwijning van de Wadpier (zie hieronder) worden er echter geen specifieke problemen genoemd. Over de periode 1987-2008 vertoonde het aantal soorten geen trend, maar de biomassa nam af als gevolg van de sterke afname van een exoot, de borstelworm *Marenzelleria viridis* (PRW, 2012). [Noot: In de periode voor 1987 traden grote veranderingen op in het macrobenthos als gevolg van veenkoloniaal afvalwater (BOEDE 1985)].

De Leeuw (2006) geeft een beschrijving van de bodemdieren in het Eems-Dollard estuarium en de factoren die daarop van invloed zijn:

- Natuurlijke factoren zoals fluctuaties in wateraanvoer en dus zoutgehalte, concentraties nutriënten en organische stof (voornaamste rol in de samenstelling van de bodemfauna in de Dollard);
- Organisch afvalwater (is inmiddels verbeterd (Essink, 1998 in De Leeuw, 2006));
- TBT (Wulk is sinds 1970 uitgestorven (Ten Hallers-Tjabbes, 2006 in De Leeuw, 2006)). [Noot: Wulken hebben een voorkeur voor hard substraat (losse stenen) op de bodem van de grote geulen met relatief helder water. Het Eems estuarium is ongeschikt als habitat voor de Wulk].
- Bedekking en vertroebeling. De Leeuw (2006) meldt verdwijnen mosselbanken in de Dollard (Essink, 2005 in de Leeuw, 2006). [Noot: al in 1970 waren er geen mosselbanken in de Dollard (pers. med. Victor De Jonge)].
- Spuien van oppervlaktewater (soms massale sterfte van o.a. Slijkgarnaal en Zeeduizendpoot (Van Duin et al., 2003 in De Leeuw, 2006)). [Noot: fluctuaties in afvoer en saliniteit maken onderdeel uit van estuariene dynamiek].
- De opkomst van exoten (toename biomassa wormen; afname tweekleppige schelpdieren; toename Japanse oester (Essink, 2005).

Veranderingen in macrobenthos	
Specifiek probleem (data)	Referentie (bron)
Veranderingen in macrobenthos traden op. Afname biomassa door sterke afname van een exoot over de periode 1987-2008	Ysebaert et al. (1998); Essink & Esselink (1998); Van der Graaf et al. (2009b).
Conclusie: Mager tot slecht onderbouwd	

3.4.2 Verslechtering benthische gemeenschap

Verslechtering van benthische gemeenschap wordt als probleem genoemd door PRW (2012) en heeft betrekking op het gebied van de getijdenrivier.

In het rapport van PRW (2012) staat dat de getijdenrivier over de laatste 20 jaar een sterke afname gaf te zien in benthische diversiteit, zowel in aantallen als in biomassa, ten gevolge van ernstige zuurstoftekorten, hoge concentraties van zwevende deeltjes en vloeibaar slib ('fluid mud'). Daarbij wordt verwezen naar Schuchardt et al. (1999) en Bioconsult (2010). [Noot: pas vanaf 2005 is fluid mud daadwerkelijk gemeten in de Eems].

[Noot:

Verslechtering benthische gemeenschap	
Specifiek probleem (data)	Referentie (bron)
Sterke afname in benthische diversiteit (aantallen en biomassa) van de getijdenrivier over de laatste 20 jaar, door zuurstoftekorten, hoge concentraties van zwevende deeltjes en vloeibaar slib	Schuchardt et al. (1999); Bioconsult (2010)
Conclusie: Goed onderbouwd	

3.4.3 Verdwijnen mosselbanken en macrofauna

Royal Haskoning DHV (2013) geeft aan dat bij een te hoge vertroebeling mosselbanken en macrofauna last krijgen waardoor ze verdwijnen uit het ecosysteem. Er wordt geen bronvermelding gegeven. [Noot: dit zal gebaseerd zijn op werk van Essink, en Koeman en Bijkerk]. Royal Haskoning DHV (2013) stelt dat mossels en kokkels in het verleden algemeen voorkwamen in het middendeel en in de Dollard. [Noot: in

de BOEDE rapporten is te lezen dat de hoeveelheid kokkels en mosselen in de Dollard in de periode 1975-1979 nul (0) was].

Volgens Kooistra et al. (2013) zijn de mosselbanken op de Hond-Paap in areaal vanaf 2001 geleidelijk afgenomen en in slechte staat. Kooistra et al. (2013) verwijst daarbij naar: Dankers et al. (2005) en een overzicht van voorkomen van mosselbanken van 2001-2012 (IMARES). [Noot: inmiddels zijn mosselbanken verdwenen op de Hond-Paap].

Verdwijnen mosselbanken en macrofauna	
Specifiek probleem (data)	Referentie (bron)
De mosselbanken op de Hond-Paap zijn in areaal vanaf 2001 geleidelijk afgenomen en in slechte staat	Dankers et al. (2005); IMARES
Conclusie: Goed onderbouwd	

3.4.4 Mogelijke verdwijnen van de Wadpier uit de Dollard

De Wadpier is een karakteristieke soort van zandig substraat en is volgens PRW (2012) verdwenen van Heringsplaat. In het rapport van PRW (2012) wordt verwezen naar Van der Graaf et al. (2009b), die de resultaten van het monitoringprogramma op de Heringsplaat in de Dollard hebben samengevat. Er wordt vermeld dat de soort niet volledig wordt bemonsterd in het monitoringprogramma en dat de observatie is gebaseerd op persoonlijk commentaar. Daarom wordt dit effect daar ook beschreven als kennishiaat. Er wordt wel genoemd dat het mogelijke verdwijnen van de wadpier uit de Dollard gerelateerd kan zijn aan de grote hoeveelheden fijn materiaal in het systeem (PRW, 2012).

Mogelijke verdwijnen van de wadpier uit de Dollard	
Specifiek probleem (data)	Referentie (bron)
De wadpier (een karakteristieke soort van zandig substraat) lijkt over de laatste jaren verdwenen te zijn uit de Dollard, inclusief de Heringsplaat. Niet voldoende kennis beschikbaar	Van der Graaf et al. (2009b)
Conclusie: Deels onderbouwd, kennishiaat	

3.5 Vissen

3.5.1 (Mogelijk) negatieve effecten op vis

Er wordt beschreven dat er, naast de effecten op de migratie van trekvis, (mogelijk) andere negatieve effecten zijn op vis (Royal Haskoning DHV, 2014; PRW, 2012). In de monding van het estuarium zijn koelwaterlozing en –intrek genoemd als mogelijke oorzaken (Royal Haskoning DHV, 2014; PRW, 2012). Royal Haskoning DHV (2014) verwijst naar Raad voor de Wadden (2010). In het document van de Raad voor de Wadden (2010) wordt dit echter niet als probleem beschreven.

De capaciteit van koelwaterinstallaties is bekend. Er gaat rond de $100 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ water (van de orde van het debiet van de Ems) door de koelwaterinstallaties, en het water wordt lokaal een graad of 5 verwarmd. De omvang van de effecten daarvan is echter nog niet bekend. Het PRW (2012) refereert naar Jager (2010) en beschrijft dat koelwateronttrekking en –lozing invloed kan hebben op vispopulaties, maar dat dit nog niet goed kan worden gekwantificeerd. Indien er daadwerkelijk omvangrijke negatieve effecten op vis optreden zal dit weerslag hebben in de populatieomvang en/of het aantal vissoorten. Daar wordt hieronder nader op ingegaan.

(Mogelijk) negatieve effecten op vis	
Specifiek probleem (data)	Referentie (bron)
(Mogelijk) negatieve effecten zijn op vis door koelwaterlozing en –intrek. Omvang probleem niet goed bekend	Jager (2010)

Conclusie: Deels onderbouwd, kennishiaat3.5.2 Afname aantal soorten en/of populatieomvang van vis

De Raad voor de Wadden (2010) rapporteert een afname in het aantal vissoorten en een afname in de populatieomvang van een aantal vissoorten in het estuarium, vooral van trekvis. Dit is gebaseerd op de studie van Jager (1998). [Noot: de Raad voor de Wadden (2010) geeft geen volledige referentie voor Jager (1998). Waarschijnlijk gaat dit om: Jager, Z. (1998). "Vissen in troebel water: de betekenis van het Eems-Dollard estuarium voor de visfauna." In: Het Eems-Dollard estuarium: interacties tussen menselijke beïnvloeding en natuurlijke dynamiek, K. Essink and P. Esselink, eds., RIKZ, Haren, 184]. Jager (1998) heeft dit geconcludeerd voor de periode 1900-1960. Verder concludeert Jager (1998) ook het volgende: "de huidige visfauna van de Eems-Dollard (N.B. situatie 1998) komt qua samenstelling van ecologisch functionele groepen evenwel redelijk overeen met die van een "gemiddeld" Europees estuarium". De groep van de standvissen is in de loop van de 19^{de} eeuw relatief constant gebleven en het aantal soorten dat het gebied als kinderkamer gebruikt lijkt iets te zijn toegenomen (Jager, 1998). Echter, voor een selecte groep soorten zijn er over de laatste decaden wel negatieve trends in de talrijkheid (PRW, 2012). Sommige soorten zoals Schar en Tong zijn in aantallen afgenomen in het Eems-Dollard estuarium, maar doen dat ook in andere deelgebieden van de Waddenzee (Jager et al., 2009 in PRW, 2012). De status van estuariene vis in de Eems-Dollard is voor de Kaderrichtlijn Water als matig beoordeeld (Jager et al., 2009). Hierbij was de soortensamenstelling gemiddeld tot goed, maar de aantallen zijn als slecht tot matig beoordeeld. Jager et al. (2009) noemt dat aantallen trekvis (Fint en Spiering) beperkt zijn in het binnendeel van het Eems estuarium, waarschijnlijk door hoge concentraties zwevend stof en zuurstofloosheid. De beperking van trekvis wordt hieronder beschreven.

De behoudsstatus van de fint en zeeprink is gezien de gedeeltelijk aangetaste habitatelementen en moeilijke omstandigheden voor herstel, als verminderd beoordeeld (Kooistra et al., 2013). De rivierprink heeft minder last van de vertroebeling dan bijvoorbeeld de fint of de zeeprink en heeft een iets betere status.

Afname aantal soorten en/of populatieomvang van vis	
Specifiek probleem (data)	Referentie (bron)
Afname in het aantal vissoorten en een afname in de populatieomvang van een aantal vissoorten in het estuarium, vooral van trekvis voor de periode 1900-1960	Jager (1998)
"De huidige visfauna van de Eems-Dollard (N.B. situatie 1998) komt qua samenstelling van ecologisch functionele groepen evenwel redelijk overeen met die van een "gemiddeld" Europees estuarium".	Jager (1998)
Negatieve trends in de talrijkheid van sommige soorten, maar ook in andere deelgebieden van de Waddenzee	Jager et al. (2009)
Voor de Kaderrichtlijn Water is de soortensamenstelling estuariene vis in de Eems-Dollard gemiddeld tot goed maar de aantallen zijn slecht tot matig (met name aantallen trekvis (Fint en Smelt))	Jager et al. (2009)
Conclusie: Goed onderbouwd	

[Noot: Tulp, I. (2015) heeft recent de Demersal Fish Survey gegevens van de Eems-Dollard vergeleken met andere gebieden. Op hoofdlijnen en voor totale biomassa zijn er geen bijzondere verschillen in trends voor de Eems-Dollard in vergelijking met bv. oostelijke Waddenzee, of Waddenzee kust. De algehele trend in alle gebieden is een verminderde biomassa ten opzichte van de jaren tachtig. Op soortsniveau zijn er verschillen voor bot (trendmatige toename in de Eems-Dollard over 45 jaar) en harnasmannetje (recente toename) in de Eems-Dollard].

3.5.3 Beperkte mogelijkheden voor visintrek

Vrijwel alle documenten geven aan dat de mogelijkheden voor visintrek beperkt zijn door barrières zoals stuwen en sluizen (scheiding zoet en zout) en/of vertroebeling in de getijdenrivier (Raad voor de Wadden, 2010; Dirkx et al., 2011; PRW, 2012; Litjens et al., 2013; RH DHV, 2014). Geen van de documenten geeft een bronvermelding als het gaat om het effect van fysieke barrières op visintrek.

De Leeuw (2006) geeft een aantal oorzaken van hindering voor trekvisen met daarbij een bronvermelding: barrières zoals stuwen en sluizen (Jager, 1998); verhoogde troebelheid door het storten van baggerspecie (Essink, 1993 & 2005); een combinatie van overbevissing en gebrek aan (geschikt) paaigebied in het zoete water (Jager, 1998). [Noot: De Leeuw (2006) geeft geen referentie voor Essink (1993). Waarschijnlijk gaat het hier om de volgende studie: Essink, K. (1993). Ecologische effecten van baggeren en storten van baggerspecie in het Eems-Dollard estuarium en de Waddenzee. Rapport DGW-93.020 Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren].

Beperkte mogelijkheden voor visintrek	
Specifiek probleem (data)	Referentie (bron)
De mogelijkheden voor visintrek zijn beperkt door barrières zoals stuwen en sluizen (scheiding zoet en zout) en/of vertroebeling in de getijdenrivier	Raad voor de Wadden (2010); Dirkx et al. (2011); PRW (2012); Litjens et al. (2013); RH DHV (2014)
Hindering voor trekvisen	De Leeuw (2006); Jager (1998); Essink (1993 & 2005); Jager (1998)
Conclusie: Goed onderbouwd	

3.6 Vogels

3.6.1 Diffuse effecten die zich opeenstapelen

PRW (2012) noemen dat de diffuse effecten van verstoring door menselijke activiteit die zich opeenstapelen gevolgen hebben voor alle regio's in het estuarium. Deze uitspraak is in de samenvatting genoemd en wordt niet verder toegelicht of onderbouwd met referenties. Wij gaan er hier vanuit dat met verstoring wordt bedoeld het (onbedoeld) verjagen van dieren door aanwezigheid van mensen en/of objecten. Vooral vogels en zeezoogdieren zijn gevoelig voor verstoring. Er is in geen van de documenten beschreven dat verstoring van vogels een probleem is in het estuarium in termen van vermindering van populatieomvang en/of het aantal vogelsoorten.

Het PRW (2012) geeft aan dat er in het mondingsgebied, maar ook in het middendeel in het algemeen voor vogels geen reden tot ongerustheid is en heeft daarvoor Aarts et al. (2008) en Liefthing et al. (2011) geraadpleegd. Voor wat betreft de Dollard wordt verwezen naar Gerdes (2000), Reuter (2000) en Prop et al. (1999) en wordt vermeld dat de laatste tien jaar de Kluut en Kanoet in aantallen toenemen. De Zwarte ruit en Tureluur nemen na een toename tot 1995 recentelijk weer af (verwezen naar pers. med Gerdes). Er worden dus geen problemen genoemd met betrekking tot vogels in het Nederlandse deel van het estuarium. Wel zijn er problemen in de regio van de getijdenrivier (afname broedhabitat, zie paragraaf 3.1.3) welke betrekking hebben op de broedvogels in het voorland, zoals kiekendieven, zangvogels en weidevogels (PRW, 2012). Ook in de Dollard is geschikt broedhabitat beperkt volgens Kooistra et al. (2013). De foerageer- en rustmogelijkheden zijn voor de meeste Natura 2000 niet-broedvogelsoorten als goed tot gemiddeld beoordeeld. Alleen de Scholekster heeft een verminderde behoudsstatus in het middendeel van de Eems-Dollard (Kooistra et al., 2013).

Diffuse effecten die zich opeenstapelen	
Specifiek probleem (data)	Referentie (bron)
Geen specifieke problemen voor vogels beschreven in het	Aarts et al. (2008); Liefthing et al.

Nederlandse deel van het estuarium	(2011); Gerdes (2000); Reuter (2000); Prop et al. (1999)
Conclusie: Goed onderbouwd	

3.7 Zoogdieren

3.7.1 Verstoringseffecten die zich kunnen opeenstapelen

Zoals hierboven beschreven zijn vooral vogels en zeezoogdieren gevoelig voor verstoring. Het PRW (2012) rapporteert dat de populatieontwikkelingen van zeezoogdieren mogelijk wordt gehinderd kunnen worden door menselijke verstoring (baggeren, constructie, heien en recreatie) en de beperkte beschikbaarheid van vis als voedselbron. Het PRW (2012) heeft Brasseur (2007), Reijnders et al. (2009) en Brasseur et al. (2010) als referenties gebruikt. [Noot: recente resultaten geven aan dat effecten van baggeren, constructie en heien niet hebben geleid tot afnemende aantallen zeehonden in de Eems-Dollard (Kirkwood et al., 2014), maar dat er op individueel niveau wel verstoring optreedt].

Volgens Kooistra et al. (2013) neemt de populatie van de Gewone zeehond in de Waddenzee de laatste jaren (1989-2010) toe, maar die toename is relatief minder in het middendeel en de Dollard. [Noot: recente gegevens laten zien dat over de periode van 2007 t/m 2013 het relatieve belang van het Eems-Dollardgebied in juni iets is toegenomen en in augustus iets afgenomen ten opzichte van de internationale populatie in de Waddenzee. Met name het Sparregat in de Eems-Dollard kent een relatief grotere toename in aantallen Gewone zeehonden ten opzichte van de gehele Nederlandse Waddenzee en het Duitse deel van het Eemsgebied (Kirkwood et al., 2014)].

Kooistra et al. (2013) stellen dat het habitat in het Eems-Dollard gebied niet optimaal is vanwege onvoldoende rust (recreatie op de dijk en in mindere mate het water), onvoldoende waterkwaliteit (troebelheid), verslibbing van het gebied en afwezigheid van voldoende (kwaliteit van) vis als voedsel. Er wordt door Kooistra et al. (2013) verwezen naar Brasseur et al. (2011) en Osinga et al. (2012). Er wordt echter verondersteld dat met het toepassen van de huidige wetgeving voldoende rust tijdens voortplanting en verharing kan worden gewaarborgd aan de Gewone zeehond. Op het gebied van waterkwaliteit zijn geen extra maatregelen voorzien (Kooistra et al., 2013). Voor de Grijze zeehond en de Bruinvis is de Eems-Dollard van ondergeschikt belang (Kooistra et al., 2013).

Door het PRW (2012) wordt beschreven dat het habitat in de getijdenrivier zeer waarschijnlijk ongeschikt is geworden voor Otters, waarbij verwezen wordt naar Krüger (2006).

Verstoringseffecten die zich kunnen opeenstapelen	
Specifiek probleem (data)	Referentie (bron)
De populatieontwikkelingen van zeezoogdieren kunnen mogelijk wordt gehinderd worden door menselijke verstoring (baggeren, constructie, heien en recreatie) en de beperkte beschikbaarheid van vis als voedselbron.*	Brasseur (2007); Reijnders et al. (2009); Brasseur et al. (2010)
Voldoende rust tijdens voortplanting en verharing kan worden gewaarborgd	Kooistra et al. (2013)
Conclusie: Deels onderbouwd	

* Kirkwood et al. (2014) concluderen dat uit monitoringonderzoek worden geconcludeerd dat er effecten zijn van bouwactiviteiten op het gedrag van individuele/groepen van gewone zeehonden in het studiegebied. De resultaten van de camerastudie van 2010-2013 (incl. de AIS-data-analyse van 2012/2013) en de vliegtellingen in 2008-2013 geven echter geen aanwijzingen dat er op populatieniveau effecten (te verwachten) zijn van de bouwactiviteiten op het voorkomen, de ruimtelijke verspreiding en het habitatgebruik van de gewone zeehond omdat de totale aantallen van volwassen dieren en pups in het Eemsgebied niet wezenlijk zijn toe- of afgenomen gedurende de monitoringperiode.

3.8 Ecosysteem

3.8.1 Effecten op functioneren van hele ecosysteem

Litjens et al. (2013) en Raad voor de Wadden (2010) noemen effecten op het gehele functioneren van het systeem, vanwege een afname van de primaire productie door vertroebeling. Daarbij wordt vermeld dat dit negatieve effecten heeft op het functioneren van het hele ecosysteem van het estuarium en mogelijk de Waddenzee. Litjens et al. (2013) geeft daarbij geen bronvermelding. De Raad voor de Wadden (2010) baseert de uitspraak op de volgende bronnen: Brondocument KRW beheerplan (2008a) [Noot: in de referentielijst opgenomen als RWS (2009b), zie eerdere opmerking met betrekking tot deze referentie]; profielfdocument N2000 habitatype 1130 (estuaria) (2008); en De Jonge (2000). Aangezien de genoemde ecosysteemeffecten in verband worden gebracht met primaire productie, zal dit verder behandeld worden in paragraaf 3.1.2. Litjens et al. (2013) beschrijft tevens een situatie van beperkte bijdrage aan de verspreiding van water, sediment en voedsel, door een dichtgeslibde Bocht van Watum. Daarbij wordt geen bronvermelding gegeven en deze probleembeschrijving kan dus niet in perspectief worden geplaatst.

Effecten op het gehele (functioneren van het) ecosysteem	
Specifiek probleem (data)	Referentie (bron)
Negatieve effecten op het functioneren van het hele ecosysteem van het estuarium en mogelijk de Waddenzee vanwege een afname van de primaire productie in het systeem door vertroebeling	Brondocument KRW beheerplan (2008a); Profielfdocument N2000 habitatype 1130 (estuaria) (2008); De Jonge (2000)
Beperkte bijdrage aan de verspreiding van water, sediment en voedsel, door een dichtgeslibde geul	Geen bronvermelding
Verminderde beschikbaarheid van voedsel in de waterkolom omdat de troebelheid van het water steeds meer is toegenomen	Geen bronvermelding
Conclusie: Alleen gerelateerd aan vertroebeling en primaire productie	

4. Samenvatting en conclusies

In Tabel 4.1 staan de ecologische problemen in het Eems-Dollard estuarium weergegeven, zoals geïdentificeerd in de diverse probleembeschrijvingen. Problemen die relevant zijn voor een MIRT verkenning worden als volgt gekenmerkt:

- Door feiten en data aantoonbaar ecologisch probleem;
- In hoge mate veroorzaakt door menselijke ingrepen;
- Op te lossen met grote ruimtelijke ingrepen.

De tabel is gebaseerd op de informatie beschreven in Hoofdstuk 3.

4.1 Algemeen

Op basis van deze inventarisatie kan in het algemeen geconcludeerd worden dat aspecten van de ecologische problemen in het Eems-Dollard estuarium als volgt zijn:

- *Locatie:*
De grootste problemen van het Eems-estuarium treden op in de getijdenrivier de Unterems. Maar ook in het Nederlandse deel (monding, middendeel en Dollard) zijn problemen geïdentificeerd met betrekking tot de waterkwaliteit, de primaire productie, habitats, benthos, vis, zoogdieren en het gehele functioneren van het ecosysteem. De problemen die mogelijk relevant zijn voor de MIRT-verkenning worden in paragraaf 4.2 (getijdenrivier) en in paragraaf 4.3 (monding, het middendeel en Dollard) genoemd.
- *Onderbouwing:*
De problemen worden in veel gevallen niet goed (kwantitatief) onderbouwd.
- *Oorzaak:*
Er is vaak een menselijke invloed op de problemen. Er spelen echter ook vaak veel factoren een rol, inclusief natuurlijke factoren zoals klimaatverandering, waardoor de mate van menselijke invloed onduidelijk is.

4.2 Getijdenrivier

De problemen in het Duitse deel die voldoen aan de bovenstaande kenmerken worden als mogelijk relevant beschouwd. De mate waarin grote ruimtelijke ingrepen in het Nederlandse deel kunnen bijdragen aan problemen in het gebied van de getijdenrivier zou in de MIRT-verkenning onderzocht kunnen worden. Dit gaat met name om:

- Waterkwaliteit (vertroebeling, zuurstoftekort) met als gevolg:
 - Ongunstige omstandigheden voor uitgroei van vislarven
 - Vissoorten worden belemmerd in migratie en missen geschikt paaigebied
 - Verslechtering benthische gemeenschap
- Habitats
 - Beperkte kwantiteit en/of kwaliteit estuariene habitats
 - Beschermde natuurwaarden van de Unterems zijn sterk achteruit gegaan

4.3 Monding, middendeel en Dollard

Een aantal problemen die in het Nederlandse deel (betwist of onbetwist) zijn geïdentificeerd, zijn (mogelijk) relevant voor een MIRT-verkenning. Niet voor alle problemen is het duidelijk wat de oorzaak is (vanwege een groot aantal factoren die een rol spelen en/of een leemte in kennis zijn) of is het (nog) niet duidelijk of grote ruimtelijke ingrepen een oplossing kunnen bieden. Een overzicht van ecologische problemen is gegeven in Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Overzicht van ecologische problemen in het Eems-Dollard estuarium, zoals geïdentificeerd in de diverse probleembeschrijvingen (zie Hoofdstuk 1), met daarbij de relevantie in het kader van MIRT

Problemen	Aspecten van het probleem			MIRT Relevant
	Nederlandse deel	Onderbouwing	Menselijke invloed	
Waterkwaliteit				
Concentraties giftige stoffen boven het streefniveau	Ja	Onderbouwd, geen omvangrijk probleem	Ja	Nee (geen ruimtelijke ingrepen nodig)
Ongunstige omstandigheden voor uitgroei van vislarven door zuurstoftekort en vloeibaar slib	Nee	Omvang probleem onvoldoende onderbouwd	Ja	Mogelijk (Duits probleem)
Zuurstoftekort is uitgebreid in ruimte en tijd	Nee	Goed	Ja	Mogelijk (Duits probleem)
Beïnvloeding van de waterkwaliteit (vertroebeling) door tidal pumping	Ja	Niet onderbouwd	Ja	Ja
Primaire productie				
Afname primaire productie	Ja	Onderbouwd door één bron	Ja	Ja
Habitats				
Beperkte kwantiteit en/of kwaliteit estuariene habitats	Nee	Gedeeltelijk	Ja	Mogelijk (Duits probleem)
Beschermde natuurwaarden van de Unterems zijn sterk achteruit gegaan.	Nee	Deels (expert opinie)	Ja	Mogelijk (Duits probleem)
Vissoorten missen geschikt paaigebied	Nee	Goed	Ja	Mogelijk (Duits probleem)
Afname omvang en kwaliteit (kwetsbaarheid) zeegrasvelden	Ja	Goed	Onduidelijk	Mogelijk (vanwege groot aantal factoren die van invloed zijn)
Benthos				
Veranderingen in het macrobenthos	Ja	Mager tot slecht onderbouwd	Deels	Mogelijk (vanwege groot aantal factoren die van invloed zijn)
Verslechtering benthische gemeenschap	Nee	Goed	Ja	Mogelijk (Duits probleem)
Verdwijnen/afname mosselbanken	Ja	Goed	Onduidelijk	Mogelijk (vanwege groot aantal factoren die van invloed zijn)
Mogelijk verdwijnen van de wadpier uit	Ja	Deels onderbouwd,	Onduidelijk	Mogelijk

	Aspecten van het probleem			MIRT Relevant
	Nederlandse deel	Onderbouwing	Menselijke invloed	
Problemen				
de Dollard		kennishiaat		(vanwege gebrek aan informatie)
Vis				
(Mogelijk) negatieve effecten op vis door koelwater	Ja	Deels onderbouwd, kennishiaat	Ja	Nee (geen ruimtelijke ingreep nodig)
Afname aantal vissoorten en/of populatieomvang van een aantal vissoorten	Ja	Goed	Ja	Nee (geen ruimtelijke ingreep nodig)
Beperkte mogelijkheden voor visintrek	Ja	Goed	Ja	Ja
Vogels				
Diffuse effecten die zich opeenstapelen	Nee	Goed	Ja	Mogelijk (geen problemen in het Nederlandse deel)
Zoogdieren				
Verstoringseffecten die zich opeenstapelen	Ja	Deels onderbouwd, geen omvangrijk probleem	Ja	Mogelijk (geen ruimtelijke ingreep nodig)
Ecosysteem				
Negatieve effecten op het functioneren van het hele ecosysteem van het estuarium en mogelijk de Waddenzee	Ja	Onderbouwing relateert (alleen) aan vertroebeling en primaire productie	Ja	Mogelijk (vanwege groot aantal factoren die van invloed zijn)

5. Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Vis over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2017 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

6. Referenties

- Aarts, B. G. W., L. van den Bremer, E. A. J van Winden & T. K. G. Zoetebier (2008). Trendinformatie en referentiewaarden voor Nederlandse kustvogels. WOT-rapport 79, Wageningen: pp. 1-108.
- Adolph, W. (2010). Praxistest Monitoring Küste (2008). Seegraskartierung - Gesamtbestandserfassung der eulitoralen Seegrasbestände im Niedersächsischen Wattenmeer und Bewertung nach EG-Wasserrahmenrichtlinie. NLWKN Küstengewässer und Ästuare 2/2010. Norden: pp. 1-52.
- Bakker, J., G. Lüerßen, H. Marencic & K. Jung (2009). Hazardous substances. In de Vlas, J., Marencic, H. (Eds.), Wadden Sea Ecosystem No. 25 Quality Status Report 2009 Thematic Report No. 6. Common Wadden Sea Secretariat Trilateral Monitoring and Assessment Group, Wilhelmshafen: p. 55.
- Becker, P. H., & T. Dittmann (2009). Contaminants in Bird Eggs. In de Vlas, J., Marencic, H. (Eds.), Wadden Sea Ecosystem No. 25 Quality Status Report 2009 Thematic Report No. 6. Common Wadden Sea Secretariat Trilateral Monitoring and Assessment Group, Wilhelmshafen: p. 12.
- BOEDE (1985). *Biological research Ems-Dollard estuary*. Den Haag, Rijkswaterstaat Communications No. 40. Available from: http://repository.tudelft.nl/assets/uuid:2f4bb42e-41c8-4e34-afbb-50565f721f35/40-biological_research_ems-dollard_estuary-BOEDE.pdf
- Brasseur, S. (2007). Zeezoogdieren in de Eems, cumulatieve effecten van de activiteiten rond de ontwikkeling van de Eemshaven. IMARES, Wageningen. pp. 1-44.
- Brasseur, S., T. V. Polanen-Petel, S. Geelhoed, G. Aarts & E. Meesters (2010). Zeezoogdieren in de Eems; studie naar de effecten van bouwactiviteiten van GSP, RWE en NUON in de Eemshaven in 2009. IMARES, Wageningen.
- Brasseur, S., T. V. Polanen-Petel, S. Geelhoed, G. Aarts & E. Meesters (2011). Zeezoogdieren in de Eems; studie naar de effecten van bouwactiviteiten van GSP, RWE en NUON in de Eemshaven in 2009. IMARES, Wageningen.
- Brinkman AG, Riegman R, Jacobs P, Kuhn S, Meijboom A. 2015. Ems-Dollard primary production research; Full data report. IMARES report C160/14.
- Brinkman, A.G. & M.J. Baptist (2015). *Onderzoekprogramma ecologisch herstel Eems-Dollard*. IMARES Rapport C008/15.
- Bioconsult (2010). Biologisches Monitoring des Sommerstaus in der Tideems 2009. Untersuchungsergebnisse Makrozoobenthos und Fische. Report prepared for NLWKN Aurich.
- Bioconsult (2010). Kurzbericht: Hamenbefischung Unterems 2010. Fischfaunistische Untersuchung im Rahmen der Gewässerzustandsüberwachung nach WRRL. Report prepared for LAVES, Hildesheim.
- Claus, B. (1998). Landerübergreifendes Schutzkonzept für die Ästuare Elbe, Weser und Ems. WWF/BUND Projekt, Berlin.
- Colijn, F. (1983). Light absorption in the waters of the Ems-Dollard Estuary and its consequences for the growth of phytoplankton and microphytobenthos. *Neth. J. Sea Res.*, 15 (1983), pp. 196–216.
- Colijn, F. & V.N. De Jonge (1984). Primary production of microphytobenthos in the Ems-Dollard estuary. *Marine Ecology Progress Series*, 14(2-3), 185-196.
- Cronin, K, B. Van Maren & W. Stolte (in prep.). Mud dynamics in the Eems-Dollard, phase 3. Scenarios for improvement. Rapportage Deltares, 1205711-003
- Dankers, N.M.J.A., E. Dijkman, M. de Jong, S. Brasseur, & P.Reijnders (2005). *Aantal kaarten met verspreiding van habitats en soorten in de Waddenzee ten behoeve van de Passende Beoordeling en de Strategische Milieu Beoordeling PKB-Waddenzee*. Interne notitie Alterra voor Min. VROM en Min. LNV.
- De Jong, J. (2006). Habitat Maps Ems Estuary and Historical Habitat Change HARBASINS report. Ecce advies, Assen: pp. 31.

- De Jonge, V.N. (1983). Relations Between Annual Dredging Activities, Suspended Matter Concentrations, and the Development of the Tidal Regime in the Ems Estuary. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* [Internet] 40: s289–s300. Available from: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/f83-290>
- De Jonge, V.N. (2000). Importance of temporal and spatial scales in applying biological and physical process knowledge in coastal management, an example for the Ems estuary. *Cont. Shelf Res.* [Internet] 20: 1655–1686. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S027843430000042X>
- De Jonge, V.N. (2013). *Notitie 'Functioneren van het voedselweb in het Eems-estuarium'*, van V.N. de Jonge, in opdracht van PRW, 2013.
- De Jonge, V.N. & V.S. Brauer (2006). *The Ems estuary; Changes in functioning and structure of a system under pressure*. Groningen. Report RUG 07032007.
- De Jonge, V.N. & F. Colijn (1994). Dynamics of microphytobenthos biomass in the Ems estuary measured as chlorophyll a and carbon. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 104: 185-196.
- De Jonge, V.N. & K. Essink (1991). Long-term changes in nutrient loads and primary and secondary production in the Dutch Wadden Sea. In: *Estuaries and coasts: spatial and temporal intercomparisons*. Olsen&Olsen International Symposium series. pp 307-316.
- De Jonge, V.N., H.M. Schuttelaars, J.E.E. van Beusekom, S.A. Talke & H.E. de Swart (2014). The influence of channel deepening on estuarine turbidity levels and dynamics, as exemplified by the Ems estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 139 (2014): 46-59.
- De Jonge, V.N., J. van den Bergs, D.J. de Jong (1997). *Zeegras in de Waddenzee, een toekomstperspectief*. RIKZ- 97.016; ISSN 0927-3980, 36 p.
- De Jonge, V.N., R. Pinto, & R.K. Turner (2012). Integrating ecological, economic and social aspects to generate useful management information under the EU Directives. *Ocean & Coastal Management* 68: 169-188.
- De Jonge, V.N. & J.E.E. van Beusekom (1992). Contribution of resuspended microphytobenthos to total phytoplankton in the Ems estuary and its possible role for grazers. *Neth. J. Sea Res.*, 30: 91- 105.
- De Leeuw, C. (2006). *Verkenning van de ecologische problemen en knelpunten in het Eems estuarium*. In opdracht voor het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ).
- DeGroot, E. G., & V.N. de Jonge (1990). Effects of changes in turbidity and phosphate influx on the ecosystem of the Ems estuary as obtained by a computer simulation model. *Hydrobiologia* 195: pp. 39-47.
- Den Hartog, C.D., & P.J.G. Polderman (1975). Changes in the seagrass populations of the Dutch Waddenzee. *Aquatic Botany* 1: pp. 141-147.
- Dirkx, G.H.P., R.C.M. Arnouts & M. de Heer (2011). *Conflicterende of convergerende ambities in de Eems-Dollard?* WOt-paper 10, November 2011.
- Du, G., M. Son, M. Yun, S. An & I.K. Chung (2009). Microphytobenthic biomass and species composition in intertidal flats of the Nakdong River estuary, Korea. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* [Internet] 82: 663–672. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272771409001218>
- Expertcommissie MIRT-onderzoek Eems-Dollard (2014). *Advies expertcommissie MIRT-onderzoek Eems-Dollard*, 30 september 2014, Groningen.
- Engels, A. (2007). *Seasonal and tidal variation of oxygen and salinity in the river Ems.* - presentation Ems-Workshop at Emden 23.2.2007
- Erfteijer, P. (2005). *Trend analyse van zeegrasverspreiding in de Nederlandse Waddenzee 1988-2003*. WL| Delft Hydraulics, Delft: p. 94.
- Esselink, P., D. Bos, A.P. Oost, K. S. Dijkema, R. Bakker & R.D. Jong (2011). *Verkenning afslag Eems-Dollardkwelders*. Puccimar-rapport 02. Puccimar, Vries/Veenwouden: p. 74.

- Essink, K. (1993). Ecologische effecten van baggeren en storten van baggerspecie in het Eems-Dollard estuarium en de Waddenzee. Rapport DGW- 93.020 Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren.
- Essink, K. (1998). Het effect van de sanering van de lozingen van veenkoloniaal afvalwater op de bodemfauna van de Dollard. In: Essink & Esselink, 1998.
- Essink, K. (2005). Bodemfauna en beleid. Een overzicht van 35 jaar bodemfauna onderzoek en monitoring in Waddenzee en Noordzee. Rijkswaterstaat, RIKZ-rapport 2005.028.
- Essink, K., Esselink, P. (1998). Het Eems-Dollard estuarium: interacties tussen menselijke beïnvloeding en natuurlijke dynamiek. RIKZ, Haren.
- Gerdes, K. (2000). Die Vogelwelt im Landkreis Leer, im Dollart und auf den Nordseeinseln Borkum und Lütje Hörn. Verlag Schuster, Leer.
- Herrling, G. & H.D. Niemeyer (2006). Long-term Spatial Development of Habitats in the Ems-Dollard Estuary.
- IMP (2014). Integrierter Bewirtschaftungsplan Emsästuar (IBP Ems). Fachbeitrag 1: „Natura 2000“. Teil A: Bestandsaufnahme und Bewertung.
- Jager, Z. (1998). "Vissen in troebel water: de betekenis van het Eems-Dollard estuarium voor de visfauna." In: Het Eems-Dollard estuarium: interacties tussen menselijke beïnvloeding en natuurlijke dynamiek, K. Essink and P. Esselink, eds., RIKZ, Haren, 184
- Jager, Z. (2010) Position paper on the sustainable use of cooling water from the Wadden Sea. Leeuwarden.
- Jager, Z. & K. Kolbe (2013). *Wax and wane of Zostera marina on the tidal flat Hond---Paap/Hund---Paapsand in the Ems estuary; examinations of existing data.* ZiltWater Report 201302.
- Jager, Z., L. Bolle, A. Dänhardt, B. Diederichs, T. Neudecker, J. Scholle & R. Vorberg (2009). *Fish.* In de Vlas, J. & Marencic, H. (Eds.), Wadden Sea Ecosystem No. 25 Quality Status Report 2009 Thematic Report No. 14. Common Wadden Sea Secretariat Trilateral Monitoring and Assessment Group, Wilhelmshafen.
- Kirkwood, R., J. Cremer, H. Lindeboom, K. Lucke, L. Teal & M. Scholl (2014). *Zeezoogdieren in de Eems: studie naar de effecten van bouwactiviteiten van GSP, RWE en NUON in de Eemshaven in 2013.* IMARES rapport C074/14.
- Kooistra, D., L. Van Nieuwerburgh, K. Borrius & G. Janssen (2013). *Beoordeling status van het Eems-Dollard gebied.* Rijkswaterstaat, RoyalHaskoningDHV, Provincie Groningen.
- Krüger, H.H. (2006). Fischotter Lutra lutra Der heimliche Rückkehrer. Ökoproträt 42 NVN/BSH: pp. 1-8.
- Litjens, G., W. Braakhekke & A. van Winden (2013). *Realisatieprogramma Eems Dollard Unterems.* Stroming bv, Nijmegen, 12 juni 2013.
- LNV (2008): Natura 2000 Profielendocument Estuaria H1130, versie 2008, Ministerie van LNV.
- Liefting, M., C. Hallmann, & B.J. Ens (2011). Trendontwikkeling van vogels in het referentiegebied Rottum en andere deelgebieden in de Waddenzee. Beek-Ubbergen.
- Merckelbach, L. M. & W.D. Eysink (2001). Trendanalyse zwevend stof in Eems estuarium in relatie tot aanslibbing haven Delfzijl. WL Delft/Delft hydraulics, Delft: pp. 57.
- NLWKN (2009). Bijdrage van Nedersaksen voor het maatregelenprogramma in het stroomgebiedsdistrict Eems. Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), December 2009.
- Osinga, N., S.B. Nussbaum, P.M. Brakefield & H.A. Udo de Haes (2012). Response of common seals (*Phoca vitulina*) to human disturbances in de Dollard estuary of the Wadden Sea. *Mammalian Biology* 77: 281-287.

Prop, J., P. Esselink, J. Hulscher, V. Dollard (1999). Veranderingen in aantallen vogels in de Dollard in relatie met lokaal en regionaal beheer. De Grauwe Gors 27.

PRW (2012). *De ecologische toestand van het Eems-estuarium en mogelijkheden voor herstel*. Der ökologische Zustand des Emsästuars und Möglichkeiten der Sanierung. Leeuwarden/Veenwouden, Programma Naar Een Rijke Waddenzee/Altenburg & Wymenga rapport 1759.

PRW (2013). *Helder & productief – naar structurele ecologische verbetering in het Eems-estuarium*. Programma naar een Rijke Waddenzee.

PRW et al. (2012). *Koersdocument 'Spelen met de gulden snede in het Eems-estuarium kompas voor natuurlijke verhoudingen', inclusief inspiratiekaart*.

Raad voor de Wadden (2010). *Eems-estuarium: van een gezamenlijk probleem naar een gezamenlijke oplossing*. Advies 2010/13.

Reijnders, P.J.H., S.M.J.M. Brasseur, T. Borchardt, K. Camphuysen, R. Czeck, A. Gilles, L.F. Jensen, M. Leopold, K. Lucke, S. Ramdohr, U.M.S. Scheidat & J. Teilmann (2009). Marine Mammals. In Marencic, H. & de Vlas, J. (Eds.), Wadden Sea Ecosystem No. 25 Quality Status Report 2009 Thematic Report No. 20. Common Wadden Sea Secretariat Trilateral Monitoring and Assessment Group, Wilhelmshafen.

Reuter, M. (2000): Brutvögel des Emsästuares zwischen Leer und Emden. in: Köppen, Hartwig & Ludwigowski (ed) 2. Deutsches Seevogel-Kolloquium. - Seevögel 21 Sonderband 2-2: 33-38.

Royal Haskoning DHV (2013). *Maatregelstudie Eems-Dollard, Economie en Ecologie in balans. Hydrodynamisch berekeningen en effectbepaling herstel maatregelen Eems-Dollard*. Rijkswaterstaat Noord Nederland, 17 oktober 2013.

Royal Haskoning DHV (2014). *Probleembeschrijving Eems-estuarium - Probleembeschrijving volgens DPSIR Methodiek in het kader van MIRT-onderzoek Eems-Dollard*. Groningen, Royal Haskoning DHV.

Royal Haskoning DHV (2014). Effectiviteit van maatregelen voor ecosysteemherstel Eems-estuarium - Advies meest effectieve maatregelen in het kader van MIRT.

RWS (2009a). Stroomgebiedbeheerplan Eems. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Den Haag: pp. 212.

RWS (2009b): Brondocument t.b.v. KRW beheerplan waterlichaam overgangswater Eems-Dollard kust (NEA 3) 26 november 2009 / Herziene versie, 2012. Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Rijkswaterstaat.

Scholle, J., B. Schuchardt, S. Schulze & J. Veckenstedt (2007). Situation of the smelt (*Osmerus eperlanus*) in the Ems estuary with regard to the aspects of spawning grounds and recruitment.

Schuchardt, B. & J. Scholle (2009). Estuaries. In Marencic H. & de Vlas J. (Eds.), Wadden Sea Ecosystem No. 25 Quality Status Report 2009 Thematic Report No. 16. Common Wadden Sea Secretariat Trilateral Monitoring and Assessment Group, Wilhelmshafen.

Schuchardt, B., M. Schirmer, G. Janssen, G. Nehring & H. Leuchs, (1999) Estuaries and Brackish Waters. - In: F. de Jong et al. (eds.), Wadden Sea Ecosystem No. 9. Quality Status Report 2009. Common Wadden Sea Secretariat Trilateral Monitoring and Assessment Group, Wilhelmshafen: pp. 175-186.

SGD (2009). Internationaal beheerplan volgens artikel 13 kaderrichtlijn water voor het stroomgebieddistrict Eems. Beheerperiode 2010-2015. Internationale stroomgebieddistrict (SGD) Eems.

Slijkerman, D.M.E., J.E. Tamis & M.J. Baptist. 2014. Maatregelen ter verbetering van het Eems-Dollard estuarium - Quick scan van 92 MIRT maatregelen en relatie met DPSIR. Rapport C114/14 IMARES

Stratingh, G.A. & C.A. Venema (1855). De Dollard of Geschied-, Aardrijks- en Natuurkundige beschrijving van dezen boezem der Eems (reprint 1979). Vereniging tot Behoud van de Waddenzee/Groninger Landschap, Harlingen/Groningen.

Talke S.A., H.E. de Swart & V.N. de Jonge (2009). An Idealized Model and Systematic Process Study of Oxygen Depletion in Highly Turbid Estuaries. *Estuaries and Coasts* (2009) 32:602–620.

- Ten Hallers-Tjabbes, C. (2006). Impact and interaction of contaminants in the Ems-Dollard estuary ecosystem. Cato Marine Ecosystems, Kantens.
- Tulp, I. (2015): Analyse visgegevens DFS (Demersal Fish Survey) ten behoeve van de compensatie monitoring Maasvlakte2. IMARES rapport C080/15.
- Van Beusekom, J., P.V.M. Bot, J. Carstensen, J.H.M. Goebel, J. Pätsch & K. Reise (2009). Eutrophication. In de Vlas, J., Marencic, H. (Eds.), Wadden Sea Ecosystem No. 25 Quality Status Report 2009 Thematic Report No. 6. Common Wadden Sea Secretariat Trilateral Monitoring and Assessment Group, Wilhelmshafen: p. 22.
- Van den Hoek, C., W. Admiraal, F. Colijn & V.N. de Jonge (1979). The role of algae and seagrasses in the ecosystem of the Wadden Sea: A review, p. 9-118. In: W.J. Wolff (ed.) Flora and vegetation of the Wadden Sea, Stichting Veth tot steun aan waddenonderzoek, Leiden.
- Van der Graaf, S., I. Jonker, M. Herlyn, J. Kohlus, H.F. Vinther, K. Reise, D. de Jong, T. Dolch, G. Bruntse & J. de Vlas (2009a). Seagrass. In de Vlas, J., Marencic, H. (Eds.), Wadden Sea Ecosystem No. 25 Quality Status Report 2009 Thematic Report No. 2. Common Wadden Sea Secretariat Trilateral Monitoring and Assessment Group, Wilhelmshafen.
- Van der Graaf, S., J. de Vlas, M. Herlyn, J. Voss, K. Heyer, & J. Drent (2009b). *Macrozoobenthos*. In de Vlas, J., Marencic, H. (Eds.), Wadden Sea Ecosystem No. 25 Quality Status Report 2009 Thematic Report No. 10. Common Wadden Sea Secretariat Trilateral Monitoring and Assessment Group, Wilhelmshafen: pp. 3-27.
- Van der Welle, J. & P. Meire (1999). Levende Eems, herstelplan voor Eems en Dollard. Instituut voor Natuurbehoud, gezamenlijke natuurbeheersorganisaties, Groningen/Harlingen/Brussel.
- Van Duin, W.E., K.S. Dijkema & J.G. De Moelenaar (2003). Beheerplan buitendijkse gebieden in de Dollard. Alterra Texel/Wageningen.
- Van Oostenbrugge, R (2011). Kijkrichtingen van de Natuurverkenning, Landschap 28(4).
- Van Voorthuysen, J. H. & Ph.H. Kuenen, (1960). Das Ems-Estuarium (Nordsee). Ein sedimentologisch-symposium. Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnb. Genootschap. 300 pp.
- Vethaak, D. (2013). Disease prevalence in flounder (*Platichthys flesus*) from the Dutch Wadden Sea as indicator of environmental quality: A summary of 1988–2005 surveys, *Journal of Sea Research*, Volume 82, September 2013, Pages 142-152.
- WNF (2009). Hoogtij voor Laag Nederland. Bureau Stroming in opdracht van het Wereld Natuur Fonds.
- Ysebaert, T., P. Meire, J. Coosen & K. Essink (1998). Zonation of intertidal macrobenthos in the estuaries of Schelde and Ems. *Aquatic Ecology* 32: pp. 53-71.

Verantwoording

Rapport C076/15

Projectnummer: 4308201165

Aanbevolen format ten behoeve van citaties:

Baptist, M.J. & Tamis, J.E. (2015). Review van ecologische probleembeschrijvingen voor het Eems estuarium. IMARES Rapport C076/15

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: Dr. R.H. Jongbloed
Onderzoeker

Handtekening:



Datum: 3 juli 2015

Akkoord: Drs. J. Asjes
Hoofd afdeling Ecosystemen

Handtekening:



Datum: 3 juli 2015